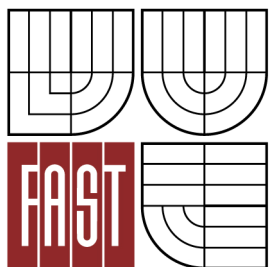




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

STATICKÉ ZAJIŠTĚNÍ KOSTELA V LUDSLAVICÍCH

STATIC SECURING OF LUDSLAVICE CHURCH

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

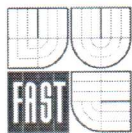
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. MÁRIA KOVALÍKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ STRNAD, Ph.D.

BRNO 2015




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

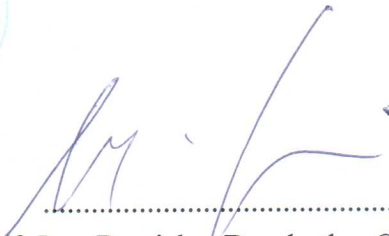
Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Mária Kovalíková
Název	Statické zajištění kostela v Ludslavicích
Vedoucí diplomové práce	Ing. Jiří Strnad, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2014
Datum odevzdání diplomové práce	16. 1. 2015

V Brně dne 31. 3. 2014


.....
prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu


.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT



Podklady a literatura

EC a ČSN z oboru betonových a zděných staveb, geotechniky atd. (včetně změn a doplňků)
Skripta, podklady a opory používané ve výuce na ÚBaZK FAST VUT v Brně
Výpočetní programy pro PC

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Zhotovení stavebních výkresů pro návrh statického zajištění
Výpočet vnitřních sil v konstrukci (provést vhodným výpočetním programem)
Kontrola výpočtu vybraných prvků zjednodušenou metodou

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

- P1. Použité podklady
- P2. Statický výpočet
- P3. Stavební výkresy objektu
- P4. Výkresy navrhovaného statického zajištění
- P5. Další konstrukce dle zadání vedoucího dipl. práce
- P6. Detaily dle zadání vedoucího dipl. práce

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x).

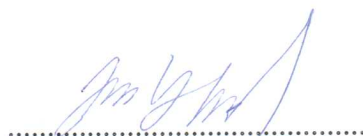
Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Jiří Strnad, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Tato diplomová práce zpracovává návrh statického zajištění kostela horizontálním předepnutím, a to zejména v úrovni základů a stěn. Dále byl proveden návrh zvýšení tuhosti věže novou železobetonovou deskou a dalším předpjetím. Úlohou bylo také zhotovení stavebních výkresů pro návrh statického zajištění.

Klíčová slova

Předpjatý beton, ocel, zdivo, předpínací výztuž, předpínací síla, soustředěný tlak, kotva, roznášecí ocelová deska, ztráty předpětí

Abstract

This thesis is drafting static protection church horizontal pretension, especially at the level of foundations and walls. Furthermore, the design of a new increase the stiffness of reinforced concrete towers and other prestress. The role was also producing construction drawings for the design of static security.

Keywords

Prestressed concrete, steel, masonry, tendons, tendon strength, focused pressure, anchor, distribution steel plate, prestressing losses

...

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Mária Kovalíková *Statické zajištění kostela v Ludslavicích*. Brno, 2015. 20 s., 96 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a
zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jiří Strnad, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 16.1.2015

.....
podpis autora
Bc. Mária Kovalíková

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 16.1.2015

.....
podpis autora
Bc. Mária Kovalíková

Poděkování

Chtěla by jsem touto cestou poděkovat vedoucímu mé diplomové práce, Ing. Jiřímu Strnadovi, Ph.D. , za vedení, cenné rady a podnetné připomínky při tvorbě této práce. Děkuji za to, že si na mě našel čas kdykoliv jsem to potřebovala.

Obsah

1. Základní údaje.....	3
2. Lokalizace kostela.....	3
3. Historie kostela.....	4
4. Popis kostela.....	4
5. Průzkum a poruchy kostela.....	5
6. Inženýrskogeologická skladba území.....	7
7. Technické řešení rekonstrukce.....	8
8. Zvláštní technické a kvalitativní požadavky.....	9
9. Závěr.....	10
Seznam použitých podkladů.....	11
Seznam použitých norem.....	11
Seznam použitých symbolů.....	12
Seznam příloh.....	13

1. Základní údaje

Římskokatolický kostel sv. Václava v Ludslavicích u Kroměříže

PSČ 768 52

Olomoucký kraj



Obr.1 Boční pohled na kostel

2. Lokalizace kostela

Kostel Sv. Václava leží na nejvyšším místě obce Ludslavice, a to v jejím středu. Je orientován severo-jížně.



Obr.2 Poloha kostela v obci

3. Historie kostela

Jádrem kostela je původní hřbitovní kaple, postavená ve druhé polovici sedmnáctého století, dle dřívějších zpráv vznikla kolem roku 1690. Později, v roce 1858, byla rozšířena přístavbou kněžiště a v létech 1888 – 1889 přibyla ještě sakristie s příslušenstvím. Původní nižší kostelní věž byla kolem roku 1949 nadstavěna. Bylo počítáno s instalací hodin, no ty se dodnes neosadily. V roce 1988 byla stará a nevyhovující sakristie zbourána, zřízena sakristie nová a také bylo přistavěno závětrí u vchodu do kostela. Současně bylo obnoveno příslušenství kostela a opraveny fasády. V roce 2006 byla provedena celková rekonstrukce interiéru kostela včetně dalších nezbytných úprav.

Zvony byly na této sakrální památce instalovány již velmi brzy. Nejprve to byly Sv. Václav -61,6 kg, Sv. Karel –kolem 100 kg, sanktusový zvon a umíráček. Sv. Václav a Sv. Karel byly v roce 1917 zrekvirovány pro válečné účely. V roce 1920 byl pořízen zvon Sv. Maria -50,0 kg, z náhradní zvonoviny, dnes umístěn na půdě kostela. 1925 došlo k doplnění zvonů o Sv.Václava -220 kg a Sv. Antonína -146 kg. V důsledku 2.světové války byly dva největší zvony zabaveny (zvonilo se opět zvonom Sv. Maria). K náhradě došlo až v roce 1972, kdy byly zakoupeny dva nové, mnohem větší zvony Sv. Václav -490 kg a Sv. Antonín -300 kg.



Obr.2 Pohled na zvony kostela

4. Popis kostela

Kostel je jednodílná zděná stavba. Nad bočními okny jsou záklenky vyneseny plochými klenbami. Polokruhový presbytář uzavírá vlastní kostelní loď, za ním je ke kostelu připojena dvoupodlažní sakristie s příslušenstvím (sociální zařízení, provozní místnosti, schody do 2.NP.), zastropená plochými stropy. Nad vstupem – zádveřím stojí čtvercová věž o výšce 21,5 m. Je přístupná z 1.NP. přes polokruhové schody na kruchtu a dále žebříkovými schody až ke zvonové stolici s dvěma zvony. Krov je sedlový, stolicový. Z krovu nad oltářem je nad hřeben střechy vysunuta sanktusová vížka.

Založení objektu kostela je plošné na základových pásech ze smíšeného zdiva (kámen - opuka a cihly). Předpokládaná hloubka základové spáry je rozdílná v různých místech kostela, zhruba 1,2 m pod zádveřím, 1,5 m pod lodí a 1,35 m pod sakristií. Informace o založení nebyly však potvrzeny sondováním.

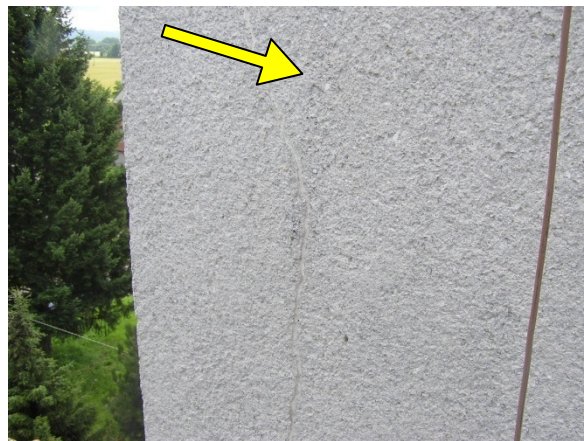
5. Průzkum a poruchy kostela

Římskokatolická farnost v Žeranovicích, spravující kostel sv. Václava a Obecní úřad v Ludslavicích zajistili v roce 2009 vypracování výkresů stávajícího stavu kostela. Již pro předchozí opravy a úpravy kostela byly zpracovány příslušné výkresy, které byly použity při dokumentaci stávajícího stavu památky – ty ale nejsou k dispozici.

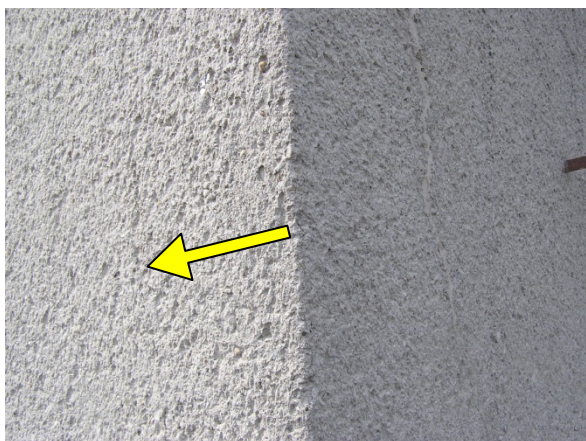
Kostel byl v minulosti trvale sledován, zejména v souvislosti s jeho stavebními úpravami. Tak také byly zjištěny trhliny na věži kostela a na chrámové lodi. Konstatovalo se, že se dle vizuálního pozorování trhliny stále rozšiřují a prodlužují.



Obr.3 Porušení trhlinami na věži kostela



Obr.4 Masivní trhlina zapravena epoxidovou pryskyřicí



Obr.5 Trhlina na zadní fasádě věže

Při vizuální prohlídce věže kostela pomocí výsuvné plošiny a další obhlídce kostelní lodi byly získány informace o rozsahu trhlin, o směru pohybu stavby, který trhliny vyvolává a o způsobu, jakým dochází k porušování kostela.



Obr.6 Trhlina na podélné zdi kostela

Hlavní problémem velmi štíhlé věže jsou kostelní zvony, jejichž hmotnosti a časový průběh jejich instalace byl uveden výše. Lze konstatovat, že současná hmotnost nových zvonů je cca 4,89 x vyšší než tomu bylo u nejstarších zvonů a 2,16 x vyšší než u zvonů z doby 1. republiky. Přitom byla pro upevnění nových zvonů ve věži v roce 1972 použita kovová stolice z válcovaných L a I profilů, stojící bez tlumících prvků přímo na zdivu věže. Používání zvonů postupně vyvolalo na věži svislé trhliny, patrné zvenčí i uvnitř věže. Největší z nich šíře až 15 mm na levé boční stěně věže (při pohledu na vstup do kostela), leží zhruba ve výši zvonů. V roce 2008 byly zvenčí zapraveny epoxidovou pryskyřicí.

Bylo zjištěno, že je věž stažena třemi železobetonovými věnci. Prvý věnec zdola se nachází nad prvním oknem (okno v čele kostela); tvoří překlad tohoto okna. Šířka věnce je na celou šířku zdi, tj. 0,45 m (bez omítek), výška věnce je pak cca 0,25 m. Na tomto věnci je uložena kovová konstrukce (zvonová stolice), vynášející zvony. Druhý věnec zdola se nachází nad druhými okny (s žaluziemi) a také tvoří jejich překlad. Šířka věnce je opět 0,45 m a výška také cca 0,25 m (na tomto druhém věnci byla zřejmě položena v dřívějších dobách původní konstrukce střechy věže). Později byla věž zvýšena do současné velikosti. Konstrukce byla provedena ve zdivu o tl.

0,30 m, rohy byly zesíleny na tl. 0,45 m. Třetí věnec zdola se nachází na této „nástavbě“, leží na něm současná konstrukce krovu; šířka věnce je 0,3 m, jeho výška 0,25 m. Je možné předpokládat, že věnce nebyly dobře dimenzovány. Problematické je i uložení věže na dolní stavbu kostela.

Zdivo stěn kostela je i na dalších místech potřhané, přičemž se jedná o téměř svislé trhliny. To znamená, že obvodové stěny nejsou dostatečně tuhé – rozestupují se a klenby, nemající ve stěnách dostatečně zajištěnou neposuvnou podporu, se deformují. Stav kostela se postupně zhoršuje. Je tedy třeba kostel včas staticky zajistit. Havarijní je stav věže, jejíž oprava by se neměla odkládat.

Poměrně blízko od kostela rostou vzrostlé listnaté a jehličnaté stromy. Působení kořenového systému, zejména u listnanů, vyvolává poruchy staveb. Doporučuje se proto tyto blízké stromy odstranit.

6. Inženýrskogeologická skladba území

Inženýrskogeologický průzkum nebyl proveden, takže o stavu podzákladí nejsou spolehlivé informace. Také není spolehlivě znám tvar základů a jejich materiál. Bude tedy nutné v tomto ohledu zkoumání podloží kostela rozšířit.

Předkvartérní podklad v Ludslavicích tvoří sedimenty terciéru – neogénu, pliocénu neděleného, zastoupeného štěrky, písky případně pestrými kaolinickými jíly. Kvartérní pokryv tvoří pleistocénní spraše a sprašové hlíny.

Spraše a sprašové sedimenty jsou naváté větrem. Podle zrnitosti převládají ve spraších prachové částice velikosti 0,01 až 0,05 mm, kterých bývá 40 až 50%. Zbytek tvoří jílovité částice a jemný písek. Mineralogické složení spraší záleží na horninách, z jejichž zvětralin byly spraše vyváté. Skládají se ze zrněk křemene, živců, slídy a jiných horninových nerostů. Důležitou součástí spraší je uhličitán vápenatý (buď rozptýleně, v zrnkách, bělavé povlaky na puklinách, vyplňuje dutinky po kořenech, drobné výkvěty, konkrece). Žlutohnědá barva spraše pochází od hydroxidu železa. Odvápněné a částečně přemístěné spraše označujeme jako sprašové hlíny. Z technického hlediska má spraš příznivé vlastnosti při výkopu základových jam a příkopů, neboť se snadno rozpojuje a svahy se udrží dočasně téměř ve svislém sklonu na výšku několika metrů. Jako základová půda je velmi stlačitelná a při různém zatížení nestejnoměrně sedá. Při nasycení vodou je prosedavá. Tvoří svislé pokryvy a závěje na svazích obrácených k východu a jihovýchodu.

Výskyt: východní okraj Českomoravské vrchoviny, Hornomoravský a Dolnomoravský úval. Je proto třeba, za všech okolností, chránit podzákladí objektů před vnikem jakékoliv vody. Pro orientaci lze uvažovat tabulkovou výpočtovou únosnost

$R_{dt} = 150 - 200 \text{ kPa}$.

7. Technické řešení rekonstrukce

Statické zajištění věže

Dominantní a současně ovlivnitelnou příčinou trhlin ve věži je její nedostatečná tuhost (vzhledem k působícím silovým účinkům zvonů).

Zvýšení odolnosti zdiva věže proti porušování svislými trhlinami lze zajistit horizontálním předepnutím věže a tedy vnesením tlakové rezervy do existujících, ale předem injektáží vyplněných, trhlin. Tuhost věže lze zvýšit vybudováním nové stropní desky.

Trhliny ve věži se navrtají a s mírným přetlakem předem proinjektují cementovou maltou. Ve věži kostela se vybuduje nový železobetonový strop pod nynější zvonovou stolicí.

Věž se ve třech úrovních vodorovně stáhne předpínacími lany. Budou vedena ve vyřezaných drážkách ve zdivu. Pro zajištění plynulého přechodu lan při změnách směrů se použijí sedla - deviátory (ocelové zámečnické přípravky, zajišťující přenos radiálních sil do stěn a současně vhodným a šetrným způsobem dovolují změnit směr lan).

Úpravy popisované dále zajišťují dostatečnou tuhost vzájemného spojení věže a lodi kostela. Po opravě věže lze očekávat posun poruch právě do lodi kostela a tedy porušování konstrukce v navazujících částech, která zatím poškozeny nebyly, neboť účinky poruchových sil vymizely právě praskáním zdiva věže.

Vybudování nových základů

Okolo základu kostela se vybuduje obvodový železobetonový pás ve tvar \cap , před vstupem do kostela u věže bude doplněn přímým prahem ve tvaru příčky. Obě části rámu se propojí a společně předepnou 9 ks předpínacích ocelových lan typu monostrand (u pásu tvaru \cap), respektive 12 ks předpínacích ocelových lan typu monostrand (u přímého pásu – příčky). Mimo přepínacích lan budou pásy vyztuženy běžnou měkkou výztuží. Ohyby lan budou zajištěny pomocí sedel-deviátorů. Pásy budou vybetonovány přímo na očištěný povrch základového zdiva. Povrch se očistí tlakovou vodou s tlakem min 10 MPa. Ukotvení lan bude ve sklípcích (protikorozní úprava obetonováním).

Poněvadž tvar (púdorys) kostela je členitý (sakristie, napojení kostelní lodi na věž) předpokládá se vedení předepnutého pásu kolem obrysu presbytáře kostela. Vzniklý prostor mezi pásem a zdivem se vyplní vysokopevnostním betonem, aby nedošlo k zatlačení pásu do původních základů.

Předepnutí stěn kostela

Obvodové zdi lodi kostela se v úrovni pod a nad okny předepnou lany. Lana zajistí vzájemné sepnutí všech částí kostela. I zde budou vedena ve vyřezaných drážkách

ve zdivu. Pro zajištění plynulého přechodu lan při změnách směrů se použijí sedla – deviátory (ocelové zámečnické přípravky, zajišťující přenos radiálních sil do stěn a současně vhodným a šetrným způsobem dovolují změnit směr lan).

Předpokládá se použití lan typu monostrand; lana budou zakotvena přes kotevní ocelové desky v kotevních sklípčích (které se provedou šetrně – zejména uvnitř kostela – vyřezáním zdiva). Po zakotvení se sklípky opatří třmínky a zazdí zdivem na maltu MVC 10.

8. Zvláštní technické a kvalitativní podmínky

Napínání lan bude prováděno s citem, po stupních 20 kN. Při napínání musí být pečlivě sledováno chování konstrukcí kostela – nejlépe měřením pohybů a deformací zdiva. Po napnutí předpínacích lan se provede zapravení drážek a kotevních oblastí. Je nezbytné dodržení navržených úhlů sklonu vedení lan (aby se vyloučilo poškození rohů stěn). Kotevní drážky, sklípky a vrty musí být dobře profouknuty stlačeným vzduchem a navlhčeny. Kotevní desky lan budou podlity vysokopevnostním tmelem. Minimálně 48 hod. před vlastním napínáním kabelů musí být zainjektovány všechny trhliny ve zdivu – předpokládá se navrtání trhlín zhruba do poloviny šíře zdi ve vzdálenostech cca po 200 mm a přes vývrty pak injektáž, která se provede jemnou cementovou maltou přetlakem min 10 MPa.

Náhradní kabelové kanálky se provedou tvrdokovovou vrtací technikou s elektrickým pohonem z líce zdiva. K vrtání je třeba použít vrtací polohovací zařízení (vrtací suport), které umožní nastavení směrů vrtání ve svislé i ve vodorovné rovině s přesností ± 2 mm na délce vlastního polohovacího zařízení. Odchyly os zhotovených kanálků ve vyústění na zdivu se připouštějí do 50 mm od teoretického průběhu jejich os. Kabelové kanálky budou mít vnitřní průměr 35 mm. Jejich rozmístění po konstrukci a teoretické body pro vrtání jsou uvedeny ve výkresové dokumentaci.

V původním zdivu jsou navržena sedla. Zajišťují opření jednotlivých lan o zdivo konstrukce prostřednictvím výztuže sedla. Boční plochy sklípků pro sedla budou zhotoveny diamantovým řezáním. Dosedací plochy se podle šablony zhotoví sekáním, zde se předpokládají nerovnosti do 10 mm. Dosedací plochy se potom upraví a vyhladí vymazáním vysokopevnostní cementovým tmelem.

Kotevní oblasti jsou navrženy kombinací sekání a podbetonování mikrobetonem v původním zdivu konstrukce. Tvar kotevního sklípku se povoluje zhotovit sekáním tak, aby tvar dosedací plochy byl kolmý k ose kanálku s přesností ± 10 mm, měřeno na délce od osy kanálku do konce dosedací plochy.

Po předepnutí konstrukce se připevní výztuž dozdivky (alespoň 2 třmínky z oceli 10216 (E) ϕ 8 mm svařením k roznášecím deskám) a sekundární ochrana kotev se provede dozděním prostoru sklípků zdivem z cihel CP P10 na maltu MVC 10.

Předpínací lana se provlečou kanálky a montážně osadí do drážek. Provlečou se roznášecími deskami, již předtím osazenými do sklípků.

Lana ve zdivu se budou napínat na 85 kN s podržením napětí 5 minut. Základový pás, který má značnou délku, se bude napínat z obou stran. Ostatní části se budou napínat z jedné strany. Lana v základovém prahu se napnou na 190 kN, a betonovém páse na 180 kN. Pro napínání vyhovuje jednolanová předpínací pistole s rozsahem do 200 kN.

Po napnutí kabelů se provede zainjektování kabelových kanálků, k injektáži ve zdivu lze použít běžnou cementovou injektážní maltu. Drážky se zapraví zatmelením cementovou spárovací maltou, větší kaverny se dozdí stejně, jako kotevní sklípky.

9. Závěr

Upozorňuje se, že se mohou objevit problémy, které nebyly předpokládány (prováděné práce mají charakter složité rekonstrukce). Je to v souvislosti s tím, že se jedná o statické zajištění staré budovy, u které po odhalení konstrukcí mohou být zjištěny další skutečnosti (dosud neznámé, jako např. jiné tvary a uspořádání stropů, stěn, další trhliny, nezjištěná vedení vody, elektřiny apod.). Do doby rekonstrukce věže se doporučuje zvonit pouze zvonem menší hmotnosti.

Seznam použitých podkladů

- [1] BAŽANT, Zdeněk; KLUSÁČEK, Ladislav. *Statika při rekonstrukcích objektů*. 5. vyd. Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o., 2010. 121 s. ISBN 978-80-7204-692-8
- [2] PROCHÁZKA J., *Navrhování betonových konstrukcí podle norem ČSN EN 1992 (EUROKÓDU 2)*, část 1, ČBS, Praha 2009
- [3] ZICH, Miloš. a kol. *Príklady posouzení betonových prvku dle Eurokódu*. Praha: Verlag Dashofer, nakladatelství, 2010. 145 s. ISBN: 978-80-86897-38- 7.
- [4] NAVRÁTIL, Jaroslav. *Předpjaté betonové konstrukce*. 2.vyd. Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o., 2008. 186 s. ISBN 978-80-7204-561-7
- [5] LUŽA, Josef. *Stopadesát let kostela Sv. Václava v Ludslavicích (1858 – 2008)* tisk: Jíří Kovář
- [6] JENEŠ, Rostislav; PODROUŽKOVÁ, Božena. *Zděné konstrukce : M01 – Základy navrhování* [online]. Brno : AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o., 2005 [cit.2011-12-20]. Dostupné z WWW: <intranet FAST VUT>.
- [7] Geologická mapa ČR, list 25-31 Kroměříž

Seznam použitých norem

- [8] ČSN EN 1990: Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, Praha: ČNI, 2004, 76 stran
- [9] ČSN EN 1991-1-1: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení -Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, Praha: ČNI, 2004, 44 stran
- [10] ČSN EN 1992-1-1: Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, Praha: ČNI, 2006, 214 stran
- [11] ČSN EN 1996-1-1 (73 1101) Navrhování zděných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby – Pravidla pro vyztužené a nevyztužené konstrukce. ČNI Praha, 2007
- [12] ČSN EN 771-1 Specifikace zdících prvků – Část 1: Pálené zdící prvky. ČNI Praha, 2004, včetně změn

Seznam použitých symbolů

A ... plocha

a ... pořadnice k těžišti

A_c ...plocha betonu

A_{st} ...plocha betonářské výztuže

c ...betonová krycí vrstva

c_{nom} ...nominální hodnota betonové krycí vrstvy

E_{cm} ...sečnový modul pružnosti betonu

E_s ...modul pružnosti betonářské výztuže

F_c ...výslednice v tlaku betonu (vnitřní síla)

f_{cd} ...návrhová hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku

f_{ck} ...charakteristická hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku

f_{ctm} ...střední hodnota pevnosti betonu v tahu

f_{yd} ...návrhová hodnota meze kluzu betonářské oceli

f_{yk} ...charakteristická hodnota meze kluzu betonářské výztuže

g_d ...návrhová hodnota stálých složek zatížení

g_k ...charakteristická hodnota stálých složek zatížení

I ...moment setrvačnosti průřezu

I_i ...moment setrvačnosti ideálního průřezu

A_i ...plocha ideálního průřezu

S_i ...statický moment ideálního průřezu

a_{gi} ...vzdálenost těžiště ideálního průřezu od horního okraje

l_{bd} ...kotevní délka

M_{Ed} ...ohybový moment od účinků zatížení

M_{Rd} ...ohybová únosnost

z_c ...rameno vnitřních sil

x ...tlačená plocha betonu

V_{Ed} ...posouvající síla od účinků zatížení

V_{Rdc} ...smyková únosnost

w_k ...šířka trhliny

w_{\max} ...maximální dovolená šířka trhliny

α_e ...poměr modulu pružnosti oceli a betonu

γ_c ...dílčí součinitel vlastností materiálu pro beton

γ_s ...dílčí součinitel vlastností materiálu pro ocel

ϵ_c ...přetvoření betonu

ϵ_s ...přetvoření oceli

φ ...úhel vnitřního tření zeminy

ν ...poissonův součinitel

σ ...napětí v betonářské výztuži

Seznam příloh

P1) Použité podklady

P2) Statický výpočet

P3) Stavební výkresy objektu

P4) Výkresy navrhovaného statického zajištění

P5) Další konstrukce dle zadání vedoucího dipl. práce

P6) Detaily dle zadání vedoucího dipl. práce